

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001581

International filing date: 03 February 2005 (03.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-193492  
Filing date: 30 June 2004 (30.06.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 31 March 2005 (31.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

07.2.2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   6 月 3 0 日  
Date of Application:

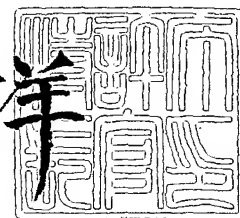
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 1 9 3 4 9 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 4 - 1 9 3 4 9 2 ]

出   願   人            本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   3 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川 洋



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PCQ18192HM  
【提出日】 平成16年 6月30日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 C23C 4/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 栃木県真岡市松山町 1 9 本田技研工業株式会社 栃木製作所内  
    【氏名】 熊木 利正  
【発明者】  
    【住所又は居所】 埼玉県狭山市新狭山 1 - 1 0 - 1 ホンダエンジニアリング株式  
    会社内  
    【氏名】 桑原 光雄  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005326  
    【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100077665  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 千葉 剛宏  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100116676  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 宮寺 利幸  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100077805  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 佐藤 辰彦  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 001834  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9711295  
    【包括委任状番号】 0206309

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

F e 基合金からなる母材と、前記母材の内部に炭化物が拡散することによって形成され且つ前記母材に比して高硬度な拡散層とを有する有層 F e 基合金であって、

前記拡散層では内部になるに従って硬度が低下するとともに、前記母材の表面を起点として測定した前記拡散層の厚みが 0.5 mm 以上であり、

前記母材における前記拡散層が存在しない部位に、前記母材の硬度を上昇させる性質を有する元素の量が該母材の表層部から内部になるに従って増加することに伴い硬度が上昇する濃度変化部を有することを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の有層 F e 基合金において、前記濃度変化部の外表面に、前記母材の硬度を上昇させる性質を有する元素が炭化物化した炭化物を含む皮膜が形成されていることを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の有層 F e 基合金において、前記炭化物は、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn の炭化物であることを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 4】

請求項 3 記載の有層 F e 基合金において、金属元素を M で表すとき、前記炭化物の組成式は、 $M_6C$  又は  $M_{23}C_6$  であることを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 5】

請求項 1 又は 2 記載の有層 F e 基合金において、前記炭化物は、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn の少なくともいずれか 1 種と、F e との固溶体が炭化物化したものであることを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 6】

請求項 5 記載の有層 F e 基合金において、金属元素を M で表すとき、前記炭化物の組成式は、 $(Fe, M)_6C$  又は  $(Fe, M)_{23}C_6$  であることを特徴とする有層 F e 基合金。

## 【請求項 7】

F e 基合金の表面に硬度を上昇させる第 1 元素を含む物質の粉末を塗布する一方、前記第 1 元素以外の元素であり且つ F e 基合金に含まれる第 2 元素を含む物質の粉末を、前記第 1 元素が塗布された部位以外の部位に塗布するか、又は、前記第 2 元素を含む物質の粉末を F e 基合金の表面に塗布する一方、前記第 2 元素が塗布された部位以外の部位に前記第 1 粉末を含む物質を塗布する工程と、

前記第 1 元素又は前記第 2 元素を含む物質の各粉末が塗布された前記 F e 基合金に対して熱処理を施し、前記第 1 元素を含む物質の粉末が塗布された部位に厚みが 0.5 mm 以上で且つ前記母材に比して高硬度な拡散層を設ける一方、前記第 2 元素を含む物質の粉末が塗布された部位に前記母材の硬度を上昇させる性質を有する元素の量が該母材の表層部から内部になるに従って増加することに伴い硬度が上昇する濃度変化部を設ける工程と、

を有し、  
前記拡散層を、前記第 1 元素を前記 F e 基合金の内部に拡散させて該 F e 基合金を構成する炭素と反応させることによって炭化物を拡散させて設け、

前記濃度変化部を、前記 F e 基合金を構成する前記第 1 元素を該 F e 基合金の内部から表層部側に拡散させ、該表層部に存在して該 F e 基合金を構成する炭素と前記第 1 元素とを反応させて炭化物を含む皮膜として前記母材から排出することで設けることを特徴とする有層 F e 基合金の製造方法。

## 【請求項 8】

請求項 7 記載の製造方法において、前記第 1 元素として、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn を使用することを特徴とする有層 F e 基合金の製造方法。

## 【請求項 9】

請求項 7 又は 8 記載の製造方法において、前記第 2 元素として、C、Si、Cu、Ti、Al、Mg を使用することを特徴とする有層 F e 基合金の製造方法。

【請求項 10】

請求項 7～9 のいずれか 1 項に記載の製造方法において、前記皮膜を除去する工程を有することを特徴とする有層 Fe 基合金の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】有層 Fe 基合金及びその製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、内部から表層部になるにつれて硬度が上昇する拡散層が存在する部位と、内部から表層部になるにつれて靱性が向上する濃度変化部が存在する部位とを同時に有する有層 Fe 基合金及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

Fe 基合金である鋼材の耐摩耗性や耐食性、強度等の諸特性を向上させる目的で、物理的気相成長 (PVD) 法や化学的気相成長 (CVD) 法、メッキ、陽極酸化等によって、該鋼材の表面に皮膜が設けられることがある。しかしながら、この場合、皮膜の形成に長時間を要し、しかも、皮膜形成コストが大きいという不具合がある。

【0003】

そこで、浸炭、浸硫、窒化、炭窒化等の様々な表面処理を施すことにより、皮膜を設けことなく鋼材の表面の諸特性を向上させることが広汎に実施されている（例えば、特許文献 1、2 参照）。また、特許文献 3 には、ショットピーニングやショットブラスト等の機械的処理を施して表面に  $10 \text{ kgf/cm}^2$ （およそ  $0.1 \text{ MPa}$ ）の圧縮応力を付与することにより、加工用刃具の耐摩耗性及び耐欠損性を向上させることが提案されている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2003-129216 号公報

【特許文献 2】特開 2003-239039 号公報

【特許文献 3】特開平 5-171442 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1～3 に記載されたような従来技術で諸特性が向上するのは、金属材の表面に限られる。例えば、窒化や浸炭等では、元素が拡散するのは金属材の表面から僅かに数  $\mu\text{m}$ 、最大でも  $200 \mu\text{m}$  程度であり、それより内部の諸特性を向上させることは困難である。このため、耐摩耗性や耐欠損性が著しく向上するとは言い難い側面がある。

【0006】

しかも、従来技術に係る処理方法では、形成された窒化層等と母材である金属材との間に界面が存在する。このため、界面に応力集中が起こるような条件下では、界面から脆性破壊が起こることが懸念される。

【0007】

また、部材によっては、硬度が向上した部位と、靱性が向上した部位とを併せ持つものが希求されることもある。しかしながら、これまでに知られている表面処理方法では、部材全体の硬度を上昇させることは可能であるが、任意の部位のみ硬度を上昇させ、且つその他の部位の靱性を向上させることはできない。しかも、上記した従来技術等をはじめとする各種の表面処理方法は、主に硬度を向上させるための処理方法であり、靱性を向上させる簡便な処理方法は知られていない。

【0008】

本発明は上記した問題を解決するためになされたもので、表層部の硬度が上昇した部位と、表層部の靱性が向上した部位とを併せ持ち、且つ応力集中が起こり難いので脆性破壊が生じ難い有層 Fe 基合金及びその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

前記の目的を達成するために、本発明は、Fe 基合金からなる母材と、前記母材の内部

に炭化物が拡散することによって形成され且つ前記母材に比して高硬度な拡散層とを有する有層 Fe 基合金であって、

前記拡散層では内部になるに従って硬度が低下するとともに、前記母材の表面を起点として測定した前記拡散層の厚みが 0.5 mm 以上であり、

前記母材における前記拡散層が存在しない部位に、前記母材の硬度を上昇させる性質を有する元素の量が該母材の表層部から内部になるに従って増加することに伴い硬度が上昇する濃度変化部を有することを特徴とする。

#### 【0010】

拡散層においては、母材である Fe 基合金の内部深くまで炭化物が拡散しているので、内部まで優れた硬度及び強度を示す。一方、濃度変化部においては、Fe 基合金の硬度上昇に寄与する元素の量が表層部側で少なく、内部になるにつれて漸次的に増加する。硬度上昇に寄与する元素の量が少ない部位は、概して靱性が大きくなる。このため、濃度変化部では、表層部の靱性が大きく、且つ内部の硬度が大きくなる。

#### 【0011】

すなわち、本発明に係る有層 Fe 基合金は、表層部になるに従って硬度が上昇する部位（拡散層）と、表層部になるに従って硬度が低下する部位（濃度変化部）とを併せ持つ。このように、本発明によれば、高硬度を示す部位と高靱性を示す部位を同一の部材に形成することができる。従って、ある部位には高硬度であることが希求され、別の部位には高靱性であることが希求される等、部位によって希求される特性が異なる部材として好適に使用することができる。このような部材としては、鍛造加工用金型が例示される。

#### 【0012】

しかも、この有層 Fe 基合金には、拡散層又は濃度変化部と母材との間に界面が存在しない。このため、応力集中が起こり難いので脆性破壊が生じ難い。

#### 【0013】

なお、濃度変化部を設ける際には、該濃度変化部の外表面に、母材の硬度を上昇させる性質を有する元素が炭化物化した炭化物が排出され、その結果、皮膜が形成される。本発明に係る有層 Fe 基合金は、この皮膜が除去されたものであってもよく、この皮膜が存在するものであってもよい。

#### 【0014】

金属の炭化物としては、Fe 基合金の硬度を向上させる物質であれば特に限定されるものではないが、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn の炭化物を好適な例として挙げることができる。

#### 【0015】

この場合、金属元素を M で表すとき、炭化物の組成式が  $M_6C$  又は  $M_{23}C_6$  であることが好ましい。組成式がこのように表される炭化物は、Fe 基合金の硬度を向上させる効果に特に優れるからである。

#### 【0016】

炭化物は、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn の少なくともいずれか 1 種と、Fe との固溶体が炭化物化したものであってもよい。この場合、上記したような金属炭化物の相対量が低減するので、金属炭化物が過度に生成して脆性が上昇することを抑制することができる。

#### 【0017】

好ましい固溶体の炭化物は、金属元素を M で表すとき、その組成式が  $(Fe, M)_6C$  又は  $(Fe, M)_{23}C_6$  で表されるものである。

#### 【0018】

また、本発明に係る有層 Fe 基合金の製造方法は、Fe 基合金の表面に硬度を上昇させる第 1 元素を含む物質の粉末を塗布する一方、前記第 1 元素以外の元素であり且つ Fe 基合金に含まれる第 2 元素を含む物質の粉末を、前記第 1 元素が塗布された部位以外の部位に塗布するか、又は、前記第 2 元素を含む物質の粉末を Fe 基合金の表面に塗布する一方、前記第 2 元素が塗布された部位以外の部位に前記第 1 粉末を含む物質を塗布する工程と

前記第1元素又は前記第2元素を含む物質の各粉末が塗布された前記Fe基合金に対して熱処理を施し、前記第1元素を含む物質の粉末が塗布された部位に厚みが0.5mm以上で且つ前記母材に比して高硬度な拡散層を設ける一方、前記第2元素を含む物質の粉末が塗布された部位に前記母材の硬度を上昇させる性質を有する元素の量が該母材の表層部から内部になるに従って増加することに伴い硬度が上昇する濃度変化部を設ける工程と、を有し、

前記拡散層を、前記第1元素を前記Fe基合金の内部に拡散させて該Fe基合金を構成する炭素と反応させることによって炭化物を拡散させて設け、

前記濃度変化部を、前記Fe基合金を構成する前記第1元素を該Fe基合金の内部から表層部側に拡散させ、該表層部に存在して該Fe基合金を構成する炭素と前記第1元素とを反応させて炭化物を含む皮膜として前記母材から排出することで設けることを特徴とする。

#### 【0019】

このような工程を経ることにより、厚みの大きい拡散層を形成することができるとともに、拡散層と母材との間に界面が存在しない有層Fe基合金を製造することができる。得られた有層Fe基合金における拡散層が存在する部位は、硬度及び強度に優れる。

#### 【0020】

その一方で、第2元素を含む物質の粉末を塗布した部位では、熱処理に伴って第1元素が第2元素に指向して拡散し始める。すなわち、Fe基合金の硬度を上昇させる第1元素が表面側に拡散し始める。この理由は、第2元素に第1元素を捕捉する作用があるためであると推察される。これにより第1元素が表層部の最上方まで拡散し、さらに、表層部の外表面に第1元素を含む皮膜が設けられる。

#### 【0021】

そして、このようにして表層部の外表面に第1元素が偏在する結果、第1元素の量は、皮膜の直下で最も少なくなり、表層部から内部に向かうにつれて漸次的に増加する。すなわち、得られた有層Fe基合金の硬度は、皮膜の直下で最も低くなる。上記したように、硬度が小さい部位は概して靱性が大きいことから、皮膜が設けられた部位の靱性は、内部側に比して表層部側が大きくなる。換言すれば、表層部側が高靱性で且つ内部側が高硬度である部位を有する有層Fe基合金を得ることができる。

#### 【0022】

すなわち、本発明によれば、粉末を塗布した後に熱処理を行うという簡便な操作を行うことによって、表層部の硬度が上昇した部位と、表層部の靱性が向上した部位とを併せ持つ有層Fe基合金を容易に得ることができる。

#### 【0023】

なお、粉末には、第1元素を含む物質の粉末が配合されていてもよい。この場合、Fe基合金の種類や熱処理条件に応じて、第1元素を含む物質の粉末と第2元素を含む物質の粉末との配合比を適宜設定すればよい。

#### 【0024】

第1元素としては、Fe基合金の硬度を向上させることができるということから、Cr、W、Mo、V、Ni、Mnを使用することが好ましい。

#### 【0025】

一方の第2元素としては、Fe基合金に含まれて且つ該Fe基合金の硬度上昇に寄与しない元素を含む物質であれば特に限定されないが、C、Si、Cu、Ti、Al、Mgが好ましい。特に、CとSiは第1元素を拡散させる効果に優れ、一方、Cu、Ti、Al、Mgは酸素を遮断する効果に優れる。さらに、生成する金属間化合物を微細化することができるとともに耐熱性を向上させることができ、高温強度に優れるFe基合金とすることができる。

#### 【0026】

また、皮膜を、例えば、切削加工代等として除去するようにしてもよい。この場合、高



硬度な部位が減少して高靱性な部位が残留するので、曲げ加工等を行うことが容易な有層 Fe 基合金を得ることができる。

【0027】

さらに、窒素雰囲気下で前記熱処理を行い、炭化物を窒化して炭窒化物とするようにしてもよい。この場合、有層 Fe 基合金の表層部の硬度を低下させることなく、靱性を向上させることができる。

【発明の効果】

【0028】

本発明によれば、硬度が向上した部位と、靱性が向上した部位とが同一部材に設けられる。すなわち、部位によって希求される特性が異なる部材を構成することができる。しかも、拡散層の厚みが大きいので、該拡散層が設けられた部位の硬度や強度を内部まで向上させることができる一方、表層部側の靱性が大きな部位を有する有層 Fe 基合金を構成することができる。しかも、この有層 Fe 基合金では、拡散層又は濃度変化部と母材との間に界面が存在しないので、脆性破壊が生じることを回避することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、本発明に係る有層 Fe 基合金につきその製造方法との関係で好適な実施の形態を挙げ、添付の図面を参照して詳細に説明する。

【0030】

本実施の形態に係る有層 Fe 基合金から設けられた鍛造加工用パンチの概略全体斜視図を図 1 に示す。この鍛造加工用パンチ 10 は、SKH51 を原材料（母材）として作製されたものであり、大径部 12 と、該大径部 12 に接続されてテーパ状に縮径した縮径部 14 と、小径部 16 と、該小径部 16 の一端部から突出形成されて湾曲した湾曲突出部 18 とを有する。このうちの湾曲突出部 18 と、小径部 16 の先端部とが、図示しないダイのキャビティ内に収容されたワークを押圧して、該ワークを所定の形状に成形させる。すなわち、小径部 16 の先端部と湾曲突出部 18 は、ワーク押圧部位である。

【0031】

ここで、ワーク押圧部位の断面を拡大して図 2 に示す。該図 2 から諒解されるように、ワーク押圧部位の表層部には、母材である SKH51 中に金属の炭化物が拡散してなる拡散層 20 が存在している。

【0032】

炭化物を形成する金属元素としては、SKH51 の硬度を向上させるものであれば特に限定されないが、好適な例としては、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn を挙げることができる。このような金属元素の炭化物が拡散することによって形成された拡散層 20 は、高硬度及び高強度を示す。このため、鍛造加工用パンチ 10 において、拡散層 20 が存在するワーク押圧部位では、拡散層 20 が存在しない大径部 12 や縮径部 14 等に比して、硬度及び強度が高くなる。換言すれば、拡散層 20 が設けられたワーク押圧部位は、他の部位に比して高硬度及び高強度となる。

【0033】

炭化物は、金属元素を M で表すとき、組成式が  $M_7C_3$  で表される炭化物であってもよいが、 $Cr_6C$ 、 $W_6C$ 、 $Mo_6C$  等のように  $M_6C$  で表される炭化物や、 $M_{23}C_6$  で表される炭化物である方が好ましい。この場合、硬度及び強度を向上させる効果に最も優れているからである。

【0034】

なお、 $M_6C$  や  $M_{23}C_6$  が過度に存在すると、鍛造加工用パンチ 10 が脆性を示すようになる。そこで、Fe と上記金属元素の固溶体の炭化物を生成することが好ましい。すなわち、炭化物は、 $(Fe, M)_6C$  や、 $(Fe, M)_{23}C_7$  等で表されるものであってもよい。このような炭化物を生成させた場合、 $M_6C$  や  $M_{23}C_6$  の相対量が低減するので、鍛造加工用パンチ 10 が脆性を示すことを確実に回避することができるようになる。

【0035】

ここで、拡散層 20 の厚み、換言すれば、炭化物の拡散距離は、該鍛造加工用パンチ 10 の表面からの深さが少なくとも  $0.5\text{ mm}$  ( $500\text{ }\mu\text{m}$ ) に達しており、通常は  $3\sim 7\text{ mm}$  ( $3000\sim 7000\text{ }\mu\text{m}$ )、最大では  $15\text{ mm}$  ( $15000\text{ }\mu\text{m}$ ) に達することがある。この値は、窒化や浸炭等における元素の拡散距離が数十  $\mu\text{m}$ 、大きくても  $200\text{ }\mu\text{m}$  程度であるのに対し、著しく大きい。すなわち、本実施の形態においては、炭化物を、従来技術に係る表面処理方法によって導入された元素に比して著しく深い部位にまで拡散させることができる。

#### 【0036】

このような拡散層 20 が設けられたワーク押圧部位では、炭化物が拡散した深さまで母材の硬度が向上する。すなわち、鍛造加工用パンチ 10 の内部まで硬度及び強度が上昇し、その結果、内部の耐摩耗性が向上するとともに、変形し難くなる。

#### 【0037】

なお、後述するように、拡散層 20 は、母材の表面から拡散された金属元素が炭化物を生成することによって形成される。このため、炭化物の濃度は、表面で最も高く、母材の内部に指向するにつれて漸次的に減少する。

#### 【0038】

また、炭化物の濃度がこのように漸次的に減少するため、拡散層 20 と母材との間に明確な界面は存在しない。このため、応力集中が起こることを回避することができるので、金属元素を拡散させることに伴って脆性が増すことを回避することができる。なお、図 2 においては、拡散層 20 が存在することを明確にするため、拡散層 20 と母材との間に便宜的に境界線を付している。

#### 【0039】

一方、ワーク押圧部位から延在する小径部 16 の胴部においては、その要部断面拡大図である図 3 に示すように、ワーク押圧部位の表層部には、母材である SKH 51 中の金属元素の濃度が変化する濃度変化部 22 が存在する。

#### 【0040】

この濃度変化部 22 において濃度が変化する金属元素は、SKH 51 の構成元素であり、且つ SKH 51 の硬度上昇に寄与するもの、具体的には、上記と同様に Cr、W、Mo、V、Ni、Mn 等である。

#### 【0041】

上記したような金属元素は、通常、合金又は炭化物の形態で存在する。炭化物としては、その組成式が  $\text{Cr}_6\text{C}$ 、 $\text{W}_6\text{C}$ 、 $\text{Mo}_6\text{C}$  等のように  $\text{M}_6\text{C}$  で表されるもの、又は  $\text{M}_{23}\text{C}_6$  で表されるものであってもよいが、 $\text{M}_6\text{C}$  や  $\text{M}_{23}\text{C}_6$  が過度に存在すると、鍛造加工用パンチ 10 が脆性を示すようになる。これを回避するべく、Fe と M の固溶体の炭化物、すなわち、 $(\text{Fe}, \text{M})_6\text{C}$  や  $(\text{Fe}, \text{M})_{23}\text{C}_6$  等で表される炭化物として、 $\text{M}_6\text{C}$  や  $\text{M}_{23}\text{C}_6$  の相対量を低減させることが好ましい。

#### 【0042】

金属元素の濃度は、濃度変化部 22 の最上方から内部側に向かうにつれて漸次的に増加する。すなわち、金属元素の濃度は濃度変化部 22 の最上方で最も低く、このため、濃度変化部 22 の硬度は、最上方で最も小さく、内部側に向かうにつれて大きくなる。

#### 【0043】

このように、小径部 16 の表層部には、SKH 51 の硬度を上昇させる元素が内部側に向かうにつれて漸次的に増加する濃度変化部 22 が形成されている。この濃度変化部 22 は、後述するように、SKH 51 に含まれた元素が内部から表層部に拡散して排出されることによって設けられる。この際に表層部に生成する皮膜は、機械加工によって切削除去される。

#### 【0044】

一般的に、硬度と靱性はトレードオフの関係にあり、硬度が低下すると靱性が向上する。上記したように、濃度変化部 22 の最上方においては、硬度上昇に寄与する元素の量が少なく、このため、小径部 16 の胴部の表層部では、内部側に比して靱性が大きくなる。

すなわち、該胴部の表層部は、濃度変化部 22 が形成されていない SKH 51 に比して高靱性を示す。このため、該胴部自体も靱性が向上して脆性破壊が生じ難くなり、結局、該胴部では、濃度変化部 22 が存在しない大径部 12 等に比して割れ等が生じ難くなる。

#### 【0045】

また、上記した金属元素、換言すれば、合金や炭化物の濃度は、該胴部の表層部で最も低く、内部になるにつれて漸次的に増加する。このため、濃度変化部 22 と母材との間に明確な界面は存在しない。従って、応力集中が起こることを回避することができるので、濃度変化部 22 を設けることに伴って脆性が増すことを回避することができる。なお、図 3 においては、濃度変化部 22 が存在することを明確にするため、濃度変化部 22 と母材との間に便宜的に境界線を付している。

#### 【0046】

濃度変化部 22 には、SKH 51 に含まれ且つ SKH 51 の硬度上昇には寄与しない元素、具体的には、C、Si、Cu、Ti、Al、Mg 等が、例えば合金又は炭化物の形態で存在する。後述するように、このような元素が熱処理時に表面側に存在する場合、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn 等の金属元素が小径部 16 の外表面側に指向して拡散する。

#### 【0047】

このように構成された鍛造加工用パンチ 10 は、例えば、ワークに対して温間鍛造加工が施される際に使用され、この際には、該鍛造加工用パンチ 10 のワーク押圧部位がワークを押圧する。上記したように、該ワーク押圧部位は、拡散層 20 が存在するために高硬度及び高強度であり、且つ靱性が確保されている。従って、該ワーク押圧部位は、鍛造加工を繰り返し行っても摩耗し難く、しかも、欠損が生じ難い。すなわち、長寿命を確保することができる。炭化物は、炭窒化物であってもよい。

#### 【0048】

同時に、小径部 16 の胴部に荷重が加わる。上記したように、該胴部は、その表層部の靱性が高いために高靱性である。このため、該胴部は、鍛造加工を繰り返し行っても割れが生じ難い。すなわち、SKH 51 の硬度上昇に寄与する元素を表層部に拡散・排出させて濃度変化部 22 を設けることにより、鍛造加工用パンチ 10 の寿命を長期化することができる。

#### 【0049】

この鍛造加工用パンチ 10 は、以下のようにして製造することができる。

#### 【0050】

先ず、図 4 (a) に示す SKH 51 からなる円筒体形状のワーク W に対して、図 4 (b) に示すように、バイト 30 による切削加工を施し、鍛造加工用パンチ 10 の形状に対応する形状の予備成形体 32 とする。

#### 【0051】

次に、この予備成形体 32 におけるワーク押圧部位となる部位の表面に、図 4 (c) に示すように、拡散させる金属の粉末を塗布する。例えば、W を拡散させるのであれば W 粉末が配合された粉末、Cr を拡散させるのであれば Cr 粉末が配合された粉末を塗布すればよい。なお、粉末の塗布分量は、例えば、W<sub>6</sub>C や Cr<sub>6</sub>C 等が生成する量とすればよい。

#### 【0052】

その一方で、SKH 51 に含まれる元素であって、且つ SKH 51 の硬度を上昇させるものではないもの、すなわち、Cr、W、Mo、V、Ni、Mn 等以外の元素を含む物質の粉末を、予備成形体 32 における小径部 16 の胴部となる部位の表面に塗布する。このような粉末の好適な例としては、C、Si、Cu、Ti、Al、Mg を挙げることができる。

#### 【0053】

いずれの場合においても、粉末の塗布は、該粉末を溶媒に分散させて調製した塗布剤 34a、34b を塗布することによって行えばよい。溶媒としては、アセトンやアルコール等、容易に蒸発する有機溶媒を選定することが好ましい。前記ワーク押圧部位に塗布する

塗布剤 34a を調製する場合、溶媒に W、Cr 等の粉末を分散させればよく、前記胴部に塗布する塗布剤 34b を調整する場合、溶媒に C や Si 等の粉末を分散させればよい。

#### 【0054】

ここで、母材である SKH51 の表面には、通常、自発的に形成された酸化物膜が存在する。この状態で上記した元素を拡散させるには、該元素が酸化物膜を通過できるように、多大な熱エネルギーを供給しなければならない。これを回避するために、各塗布剤 34a、34b に、酸化物膜を還元することが可能な還元剤を混合することが好ましい。

#### 【0055】

具体的には、酸化物膜に対して還元剤として作用し、且つ SKH51 とは反応しない物質を溶媒に分散ないし溶解させる。還元剤の好適な例としては、ニトロセルロース、ポリビニル、アクリル、メラミン、スチレン、エポキシの各樹脂を挙げることができるが、特にこれらに限定されるものではない。なお、還元剤の濃度は、5%程度とすればよい。

#### 【0056】

以上の物質が溶解ないし分散された塗布剤 34a、34b は、それぞれ、図 4(c)、(d) に示すように、刷毛 36 を使用する刷毛塗り法によって、ワーク押圧部位及び小径部 16 の胴部の各表面に塗布される。勿論、刷毛塗り法以外の公知の塗布技術を採用するようにしてもよい。また、塗布剤 34a、34b の塗布順序を逆にしてもよいことはいふまでもない。

#### 【0057】

次いで、ワーク押圧部位の表面に塗布剤 34a が塗布され、且つ小径部 16 の胴部の表面に塗布剤 34b が塗布された予備成形体 32 に対して熱処理を施す。この熱処理は、図 4(e) に示すように、バーナー火炎 38 を予備成形体 32 の一端面側から当てることによって施すことができる。勿論、熱処理炉内において不活性雰囲気中で熱処理するようにしてもよい。

#### 【0058】

この昇温の過程では、250℃程度で還元剤が分解し始め、炭素や水素が生成する。予備成形体 32 の酸化物膜は、この炭素や水素の作用下に還元されて消失する。このため、ワーク押圧部位では W や Cr 等が、小径部 16 の胴部では C や Si 等が酸化物膜を通過する必要がなくなるので、拡散に要する時間を短縮することができるとともに、熱エネルギーを低減することができる。

#### 【0059】

さらに昇温を続行すると、ワーク押圧部位では、母材である SKH51 の構成元素である C や還元剤が分解することによって生成した C と、W や Cr 等とが反応して、 $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $W_{23}C_6$ 、 $Cr_{23}C_6$  等が生成する。Fe がさらに関与した場合には、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$ 、 $(Fe, W)_{23}C_6$ 、 $(Fe, Cr)_{23}C_6$  等も生成する。

#### 【0060】

生成した  $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等の炭化物は即座に分解し、Fe、W、Cr に戻る。このうち、W、Cr は、次に、母材のより内部側に存在する該母材の構成元素である C、Fe や、該母材のより内部側に遊離状態で存在する C と結合して、新たに  $W_6C$ 、 $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等を生成する。この  $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  も即座に分解して W、Cr に戻った後、母材の一層内部側に存在する該母材の構成元素である C、Fe や、該母材の一層内部側に遊離状態で存在する C と結合して、再度  $W_6C$ 、 $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等を生成する。このようにして炭化物が分解、生成を繰り返すことにより、該炭化物が母材の内部深くまで拡散する。

#### 【0061】

このようにして、母材の内部に  $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  が拡散し、その結果、拡散層 20 が形成される（図 2 参照）。なお、炭化物の濃度は漸次的に減少し、炭化物の拡散到達終端部と母材との間に明確な界面が生じることはない。従って、脆性破壊が生じることを回避することができるので、拡散層 20 が形成されたワーク

押圧部位の靱性を確保することもできる。拡散層 20 の厚み、すなわち、炭化物の拡散距離は、最大で表面から 15 mm 程度の深さまで及ぶ。

#### 【0062】

上記と同様にして、Mo や V、Ni の炭化物を母材の内部に拡散させて拡散層 20 を形成することもできる。

#### 【0063】

その一方で、小径部 16 の胴部では、SKH51 の構成元素である W や Cr 等が、還元剤が分解することによって生成した C や SKH51 に含まれる遊離 C 等と反応し、その結果、 $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $W_{23}C_6$ 、 $Cr_{23}C_6$  等が生成する。塗布粉末に Fe が混合されている場合、Fe との固溶体の炭化物である  $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$ 、 $(Fe, W)_{23}C_6$ 、 $(Fe, Cr)_{23}C_6$  等がさらに生成する。ここで、Fe の拡散速度は C、Si、Cu、Ti、Al、Mg に比して大きく、従って、塗布剤 34b に含まれた Fe の濃度は、濃度変化部 22 の内部側で大きくなる。

#### 【0064】

生成した  $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等の炭化物は即座に分解し、Fe、W、Cr に戻る。このうち、W、Cr は、表面側に拡散移動する。この理由は、表面側に存在する C や Si 等が、W や Cr 等を捕捉する作用があるためであると推察される。なお、塗布剤に Cu、Ti、Al、Mg が含まれている場合、これらは酸素を遮断する作用をも営む。このため、SKH51 が酸化することを回避することができる。

#### 【0065】

上記の拡散過程で、W や Cr は、予備成形体 32 の表面側に存在する SKH51 の構成元素である C、Fe や、該表面側に遊離状態で存在する C と結合して、新たに  $W_6C$ 、 $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等を生成する。この  $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  も即座に分解して W、Cr に戻った後、予備成形体 32 の一層表面側に存在する C、Fe や、該表面側に遊離状態で存在する C と結合して、再度  $W_6C$ 、 $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等を生成する。このようにして炭化物が分解、生成を繰り返すことにより該炭化物が予備成形体 32 の外表面まで拡散し、その結果、該外表面に炭化物からなる皮膜が形成される。この炭化物は化学的に安定であり、従って、予備成形体 32 が、表層部の外表面に皮膜を有する有層 Fe 基合金となる。なお、皮膜の厚みは、およそ 0.5 mm 程度である。

#### 【0066】

このようにして、表層部側に存在する W や Cr が、 $W_6C$  や  $Cr_6C$ 、 $(Fe, W)_6C$ 、 $(Fe, Cr)_6C$  等として予備成形体 32 の外表面に拡散される。その結果として、W や Cr 等の濃度が、皮膜の直下の表層部で最も低くなるとともに内部側になるにつれて漸次的に増加するようになる。すなわち、濃度変化部 22 が形成される（図 3 参照）。なお、W や Cr 等の濃度は漸次的に増加するので、上記したように、濃度変化部 22 の終端部と母材との間に明確な界面が生じることはない。従って、濃度変化部 22 を設けることに伴って脆性破壊が生じることを回避することができる。

#### 【0067】

その一方で、塗布剤に含まれた C、Si、Cu、Ti、Al、Mg 等が濃度変化部 22 に拡散し、該濃度変化部 22 に合金や炭化物として残留する。これらの元素は SKH51 の硬度上昇に寄与しないものであることから、該元素が拡散することによって濃度変化部 22 の硬度が上昇することはない。

#### 【0068】

最後に、図 4 (f) に示すように、予備成形体 32 に対してバイト 30 や砥石で仕上げ加工を行い、鍛造加工用パンチ 10 とする。小径部 16 の胴部においては、この際に皮膜が切削除去される。上記したように、皮膜の厚みは 0.5 mm 程度であるので、切削除去は比較的容易である。

#### 【0069】

皮膜が切削除去された結果、濃度変化部 22 が露呈する。上記したように、濃度変化部

22では最上方が最も靱性が高く、従って、小径部16の胴部では、その表面において靱性が最も大きくなる。

#### 【0070】

このようにして得られた鍛造加工用パンチ10を長手方向に沿って切断し、ワーク押圧部位に対応する部位の切断面における表面側から内部に指向して測定したCスケールのロックウェル硬度(HRC)を、通常のSHK51のHRCとともに図5に示す。図5から、この場合、表面から2.5mmの内部まで硬度が上昇していることが明らかである。

#### 【0071】

また、同様にして拡散層20が形成されたJIS Z 2201 4号試験片のテストピースにおける強度は、拡散層20が形成されていない同寸法のテストピースに比して強度が著しく向上する。具体的には、拡散層20が形成されていないテストピースにおける引張り強度が約1800MPaであるのに対し、拡散層20を有するテストピースにおける引張り強度は約2200MPaと、およそ1.2倍となる。

#### 【0072】

一方、小径部16の胴部に対応する部位の切断面において、表面側から内部に指向して測定したCスケールのロックウェル硬度(HRC)を図6に示す。図6から、この場合、約4mmの深さまで表面から内部に指向してHRCが上昇していること、換言すれば、表層部における靱性が内部に比して大きいことが明らかである。

#### 【0073】

なお、上記した実施の形態においては、Fe基合金として鍛造加工用パンチ10を例示して説明したが、特にこれに限定されるものではなく、その他の部材であってもよいことはいうまでもない。

#### 【0074】

また、この実施の形態では、小径部16の胴部における外表面に形成された皮膜を切削除去するようにしているが、皮膜を除去することなく用いるようにしてもよい。

#### 【0075】

さらに、塗布剤34bに、Fe基合金の硬度を上昇させる性質を有する元素を含む物質の粉末を添加するようにしてもよい。この場合、該粉末と、C、Si、Cu、Ti、Al、Mgとの配合比は、Fe基合金の種類や熱処理条件に応じて適宜設定すればよい。

#### 【0076】

さらにまた、上記の熱処理を、熱処理炉内において窒素雰囲気下で行うようにしてもよい。この場合、濃度変化部22に残留したW、Cr等の炭化物が窒化されて炭窒化物となる。この種の金属炭窒化物の粒子は、端部が丸みを帯びた形状を呈する。このような形状の粒子間では脆性破壊が生じ難くなるので、濃度変化部22の靱性が大きくなる。すなわち、靱性が一層優れた有層Fe基合金を得ることができる。

#### 【0077】

塗布剤34bを塗布して上記と同様の作業を行うことによって、例えば、モリブデン鋼からMoを除去することもできる。

#### 【実施例1】

#### 【0078】

熱間金型用鋼であるDH31を用い、底面の直径が80mm、高さが80mmの円柱体を作製した。

#### 【0079】

その一方で、エポキシ樹脂10%のアセトン溶液に、周期表II族~VII族に属する物質の粉末(粒径10~70 $\mu$ m)を図5に示す割合で添加して、2種の塗布剤A、Bを調製した。ここで、塗布剤Aには、DH31をはじめとする各種鋼材の硬度を向上させる物質が主に含まれ、また、塗布剤Bには、各種鋼材に含まれ且つ硬度上昇に寄与しない物質が主に含まれる。

#### 【0080】

その後、塗布剤A、Bのそれぞれを、同一円柱体の表面における異なる部位に塗布した

。なお、塗布は刷毛塗りによって行い、塗布剤 A、B の厚みは 1 mm とした。

#### 【0081】

塗布剤 A、B のそれぞれを自然乾燥させた後、1 0 0 0 ~ 1 1 8 0 °C で 2 時間保持することによって焼入処理を行い、次に、5 0 0 ~ 6 0 0 °C で 2 時間保持して焼戻処理を行った。

#### 【0082】

次に、前記円柱体を高さ方向に切断して、塗布剤 A 又は塗布剤 B を塗布した部位それぞれにつき、底面の中心から高さ方向に沿って 0. 5 mm 毎に H R C を測定した。なお、塗布剤 B を塗布した部位では、皮膜をすべて切削除去した後に測定を行った。

#### 【0083】

各々の部位における表面からの距離と H R C との関係を併せて図 6 に示す。未処理の D H 3 1 における H R C が概ね 5 2 ~ 5 4 であるのに対し、塗布剤 A を塗布した場合には硬度が上昇していること、一方、塗布剤 B を塗布した場合には硬度が減少していることが明らかである。後者から、塗布剤 B を塗布することによって靱性を向上させることができることが諒解される。

#### 【0084】

また、このことから、同一部材に対して熱処理を施す場合であっても、塗布剤の種類を変更することによって、硬度が向上した部位と靱性が向上した部位を個別に作製することができることが分かる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0085】

【図 1】有層 F e 基合金である鍛造加工用パンチの概略全体斜視図である。

【図 2】図 1 の鍛造加工用パンチにおけるワーク押圧部位の要部拡大縦断面図である。

【図 3】図 1 の鍛造加工用パンチにおける小径部の胴部の要部拡大縦断面図である。

【図 4】図 1 の鍛造加工用パンチの製造過程を示すフロー説明図である。

【図 5】得られた鍛造加工用パンチのワーク押圧部位における切断面の表面から内部に指向して測定した H R C を示すグラフである。

【図 6】得られた鍛造加工用パンチの小径部の胴部における切断面の表面から内部に指向して測定した H R C を示すグラフである。

【図 7】塗布剤の組成と割合を示す図表である。

【図 8】D H 3 1 製のテストピースにおける表面からの距離と H R C との関係を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

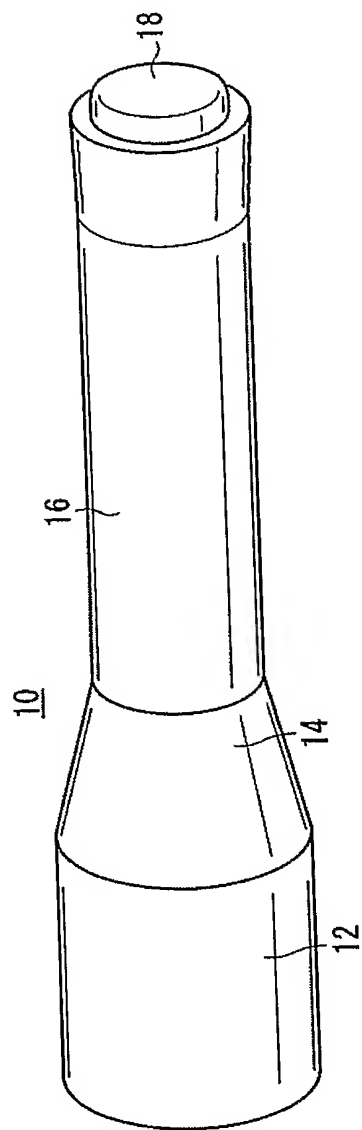
#### 【0086】

1 0 …鍛造加工用パンチ  
1 4 …縮径部  
1 8 …湾曲突出部  
2 2 …濃度変化部  
3 2 …予備成形体  
3 6 …刷毛

1 2 …大径部  
1 6 …小径部  
2 0 …拡散層  
3 0 …バイト  
3 4 a、3 4 b …塗布剤

【書類名】 図面  
【図 1】

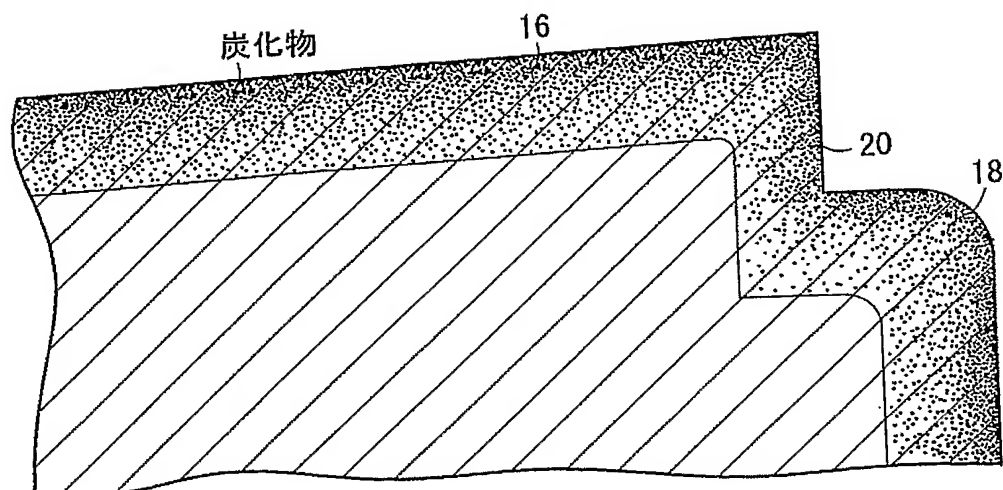
FIG. 1





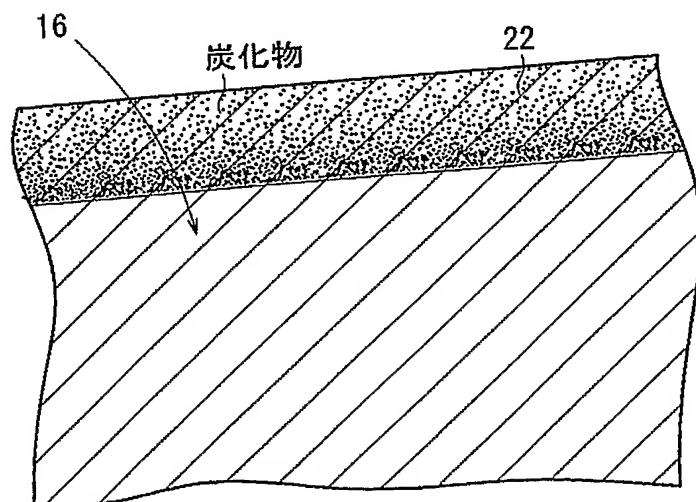
【図 2】

FIG. 2



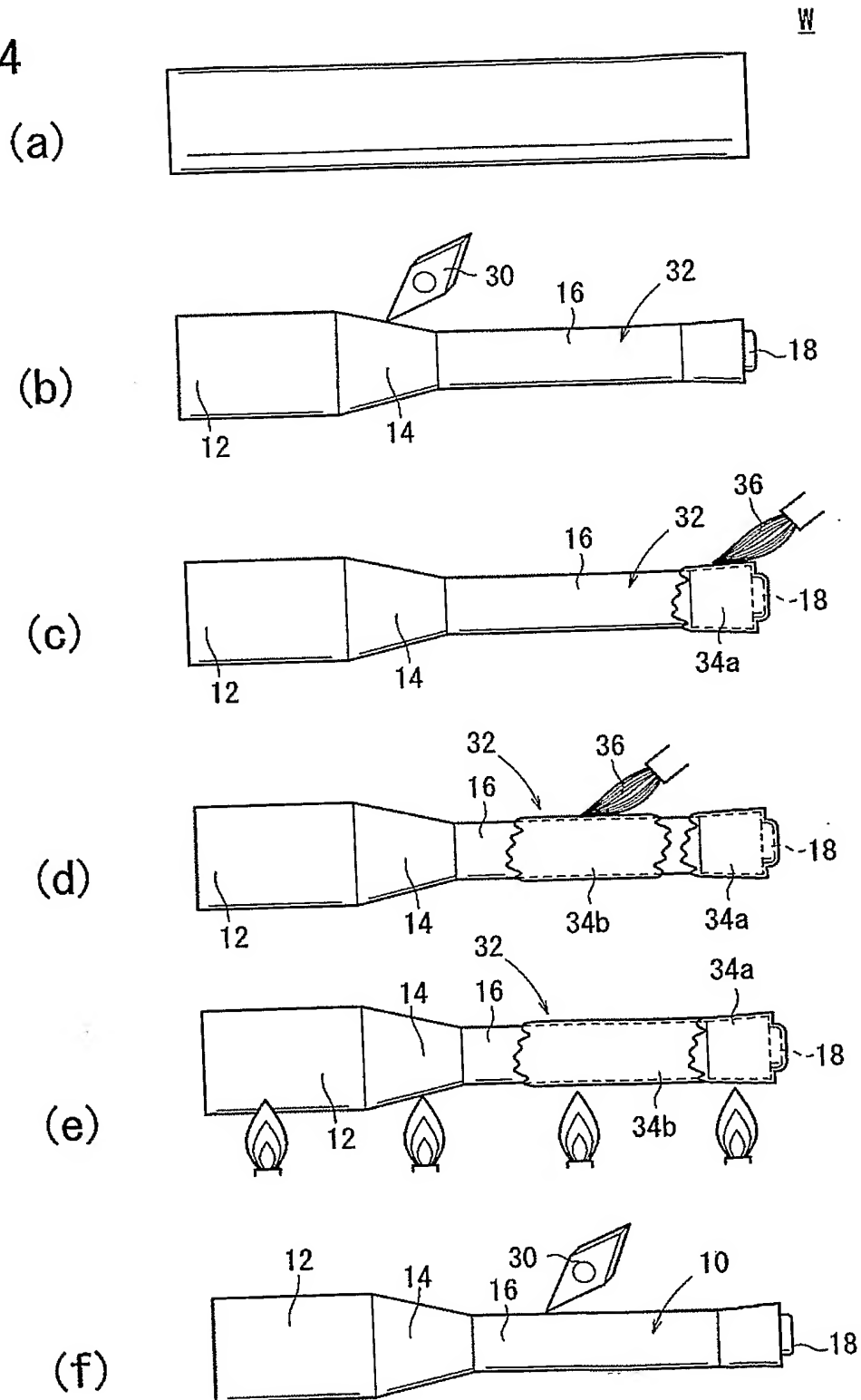
【図 3】

FIG. 3

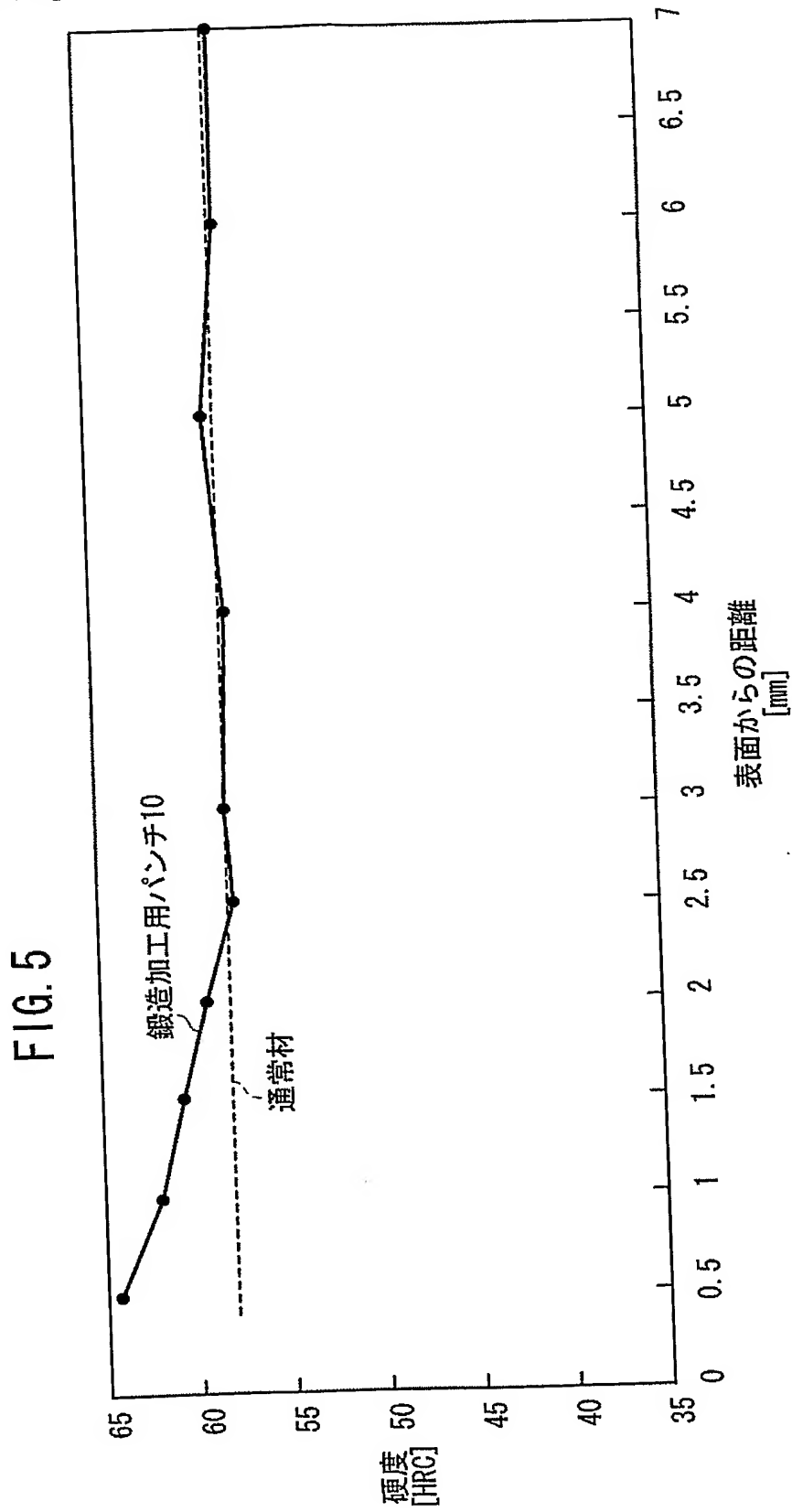


【図 4】

FIG. 4

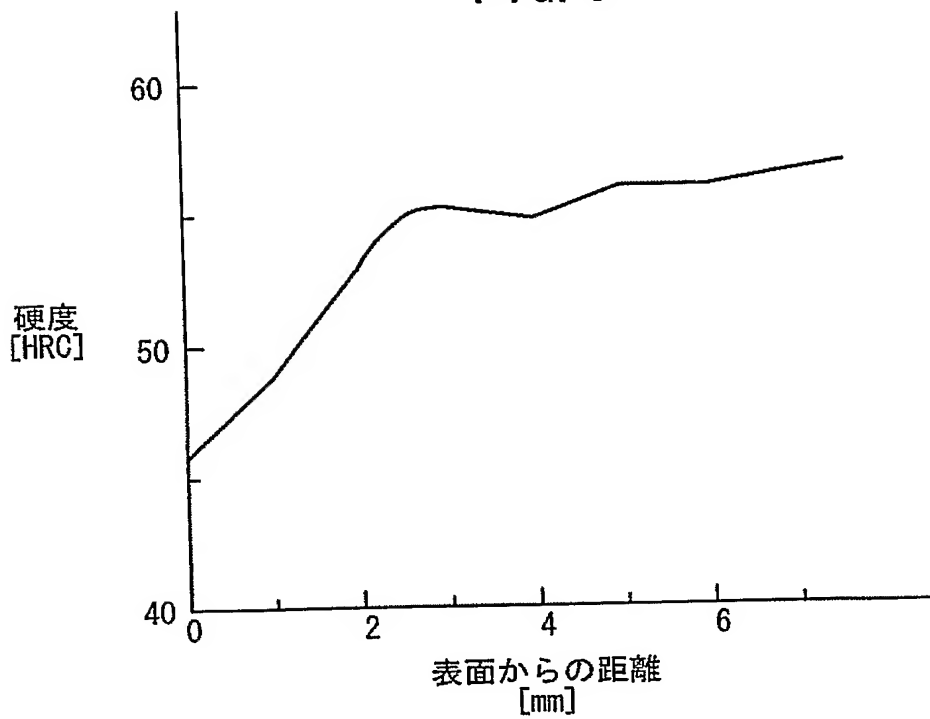


【図 5】



【図 6】

FIG. 6



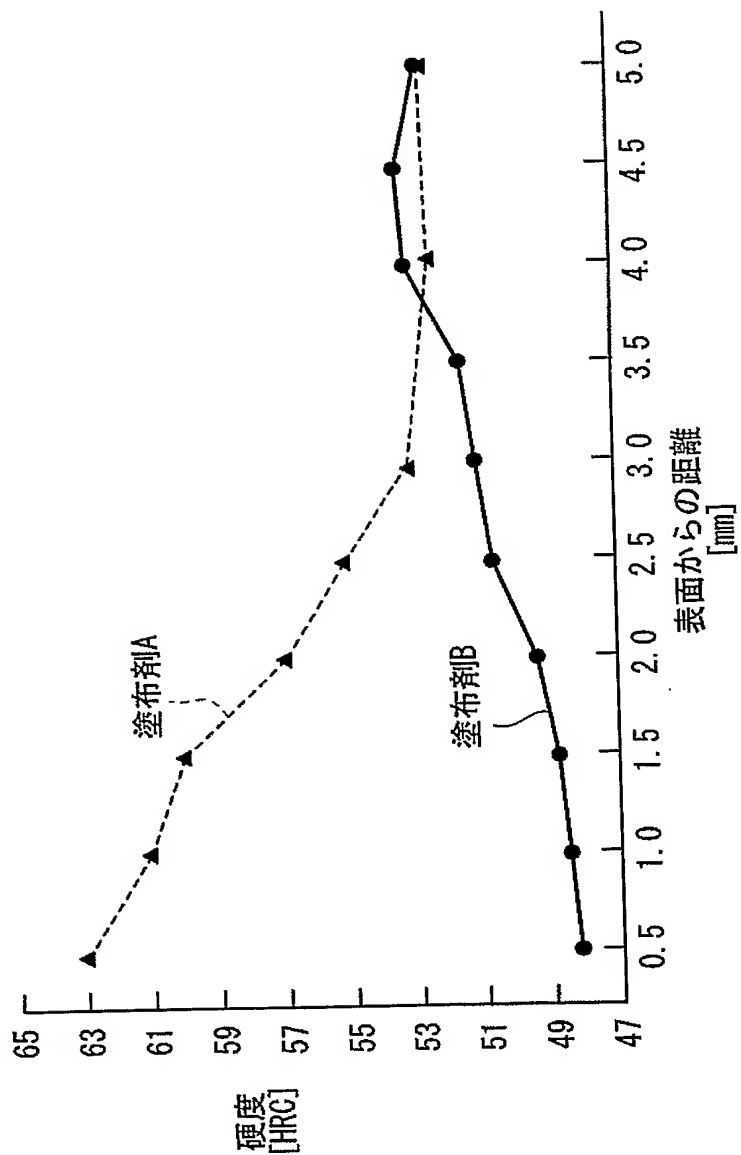
【図 7】

FIG. 7

	V I I I 族	V I I 族	V I 族	V 族	I V 族	I I I 族
A	43	20	21	-	12	4
B	28	25	30	2	8	7

【図 8】

FIG. 8



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 F e 基合金からなる部材における任意の部位の強度を向上させる一方、その他の部位の靱性を向上させる。

【解決手段】 S K H 5 1 ( F e 基合金) からなる予備成形体 3 2 のワーク押圧部位、小径部 1 6 の胴部の各表面に、S K H 5 1 の硬度を向上させる元素を含む物質の粉末、S K H 5 1 に含まれ且つ S K H 5 1 の硬度上昇に寄与しない元素を含む物質の粉末をそれぞれ塗布する。塗布後に予備成形体 3 2 を熱処理すれば、ワーク押圧部位では、塗布剤 3 4 a に含まれる W 等が内部に拡散する。一方、小径部 1 6 の胴部では、S K H 5 1 に含まれる W 等が表面側に拡散する。その結果、表層部になるにつれて硬度が上昇する拡散層 2 0 がワーク押圧部位の内部に形成されるとともに、表層部になるにつれて靱性が向上する濃度変化部 2 2 が小径部 1 6 の胴部に形成される。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 4 - 1 9 3 4 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 3 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社